

96-152835/16

A35

BABY 94.69.09

\*DE 4432081-A1

8ASF A0

94.09.09 94DE 4432081 (96.03.14) B29C 65/14, 65/16

Radiation welding of thermoplastics and non melting materials using laser light - avoiding the use of expensive fixtures and complex equipment to apply energy to the joint

CNA-047792

Addnl. Data: WELZ M; ROOS R

The parts to be connected are first interlocked or held together by internal stresses, locked into the correct and position, to bring the joint surfaces into contact. They are then irradiated to melt them together, and the bond is cooled. Blunt contacting surfaces may be joined, avoiding irradiation of surrounding edge regions. Laser light with a wavelength between 0.5 and 10.90  $\mu\text{m}$ , pref. between 0.70 and 10.64  $\mu\text{m}$  is used. To weld non-thermoplastics, their joining surfaces are coated with thermoplastic.

**USE**

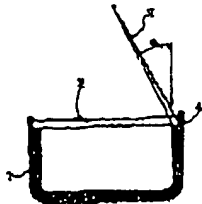
To join thermoplastic parts using laser energy.

A(11-C1B)

**ADVANTAGE**

The method of joining thermoplastics avoids the use of special fixtures and expensive equipment to produce the necessary heating at the joint. These disadvantages attend the use of e.g. ultrasonic and the more specialised rotary friction welding. The method avoids their use, and the energy can be directed where required. It is possible to weld virtually all types of thermoplastics by these means. Carbon black or alternatively hydroxide additions, in concentrations of 0.01 to 0.1% may be used to increase the absorption of radiation. (CC)

DE 4432081-A+



(4pp2448 Draw No. 1/2)

DE 4432081-A

### Radiation welding of thermoplastics and non melting materials using laser light

Patent Number: DE4432081

Publication date: 1996-03-14

Inventor(s): ROOS ROLAND (DE); WELZ MARTIN (DE)

Applicant(s): BASF AG (DE)

Requested Patent: ☒ DE4432081

Application Number: DE19944432081 19940909

Priority Number(s): DE19944432081 19940909

IPC Classification: B29C65/14; B29C65/16

EC Classification: B29C65/16, B29C65/72, B29C65/00H8C, B29C65/00M8E, B29C65/00M8F4, B29C65/58

Equivalents:

#### Abstract

The parts to be connected are first interlocked or held together by internal stresses, locked into the correct end position, to bring the joint surfaces into contact. They are then irradiated to melt them together, and the bond is cooled. Blunt contacting surfaces may be joined, avoiding irradiation of surrounding edge regions. Laser light with a wavelength between 0.5 and 10.90  $\mu\text{m}$ , pref. between 0.70 and 10.64  $\mu\text{m}$  is used. To weld non-thermoplastics, their joining surfaces are coated with thermoplastic.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 32 081 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 29 C 65/14**  
B 29 C 65/18  
// (B29K 105:06,  
23:00,77:00,35:00,  
25:00,83:00,61:04)

⑲ Aktenzeichen: P 44 32 081.7  
⑳ Anmeldetag: 9. 9. 94  
㉓ Offenlegungstag: 14. 3. 96

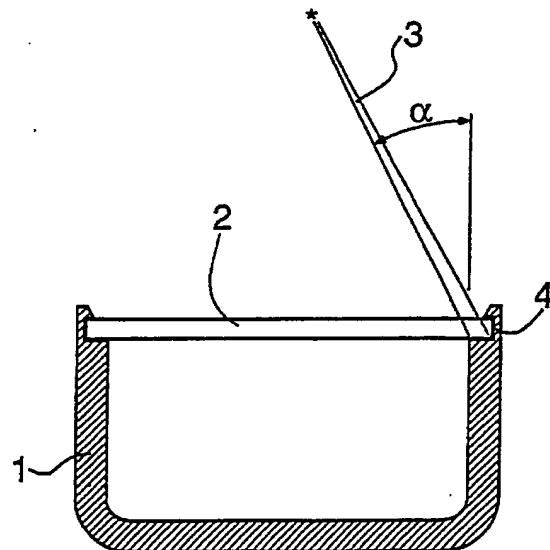
**DE 44 32 081 A 1**

⑦① Anmelder:  
BASF AG, 67063 Ludwigshafen, DE

⑦② Erfinder:  
Welz, Martin, 67098 Bad Dürkheim, DE; Roos,  
Roland, 67240 Bobenheim-Roxheim, DE

⑥④ Verfahren zum Schweißverbinden von Kunststoffteilen

⑤⑦ Fügeile (1 und 2) aus Thermoplasten werden mit Hilfe von Strahlungsenergie (3) miteinander verschweißt, wobei die zu verbindenden Teile während des Schweißvorgangs durch Formschluß oder inneren Kraftschluß an den Fügeflächen (4) zusammengehalten werden.



**DE 4432081 A 1**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schweißverbinden von Kunststoffteilen mit Hilfe von Strahlungsenergie.

Formteile aus thermoplastischen Kunststoffen können nach unterschiedlichen Schweißverfahren miteinander verbunden werden, wobei für das Aufschmelzen der Fügeflächen viele Energiearten eingesetzt werden, z. B. Warmgas, IR-Strahlung, beheizte Platten oder Formteile, Reibung durch Rotation oder Vibration, Ultraschall und hochfrequente elektromagnetische Felder.

Für die Serienfertigung von kleinen Formteilen bis etwa 150 mm Durchmesser, wird bevorzugt das Ultraschallschweißverfahren eingesetzt, da es mit Schweißzeiten unter einer Sekunde sehr wirtschaftlich arbeitet. Bei größeren Formteilen wird das Vibrationsschweißverfahren mit Schweißzeiten von wenigen Sekunden bevorzugt. Das Rotationsreibschweißverfahren ist auf rotationssymmetrische Teile beschränkt, und das Heizelementschweißen benötigt lange Aufheizzeiten.

Die genannten Schweißverfahren benötigen spezielle, zum Teil sehr aufwendige Werkzeuge für die Fixierung und ggf. auch zur Energieeinbringung, z. B. Heizelemente, Sonotroden usw., da insbesondere bei den Reibschweißverfahren hohe Kräfte aufgebracht werden müssen. Beim Ultraschallschweißen und beim Vibrationsschweißen werden zusätzlich die Teile und gegebenenfalls darin enthaltene Funktionsteile, z. B. Elektronik durch hohe Beschleunigungskräfte belastet und möglicherweise beschädigt. Beim Heizelementschweißen ist eine Schädigung durch Wärmestrahlung oder Konvektion oft nicht auszuschließen.

Vorliegender Erfindung liegt dementsprechend die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Schweißverbinden von Kunststoffteilen mit Hilfe von Strahlungsenergie zu entwickeln, welches ohne Vorrichtungen zur Fixierung der zu verbindenden Teile und ohne aufwendige Einrichtungen zum Einbringen der Schweißenergie auskommt.

Die Lösung der Aufgabe besteht in einem Verfahren der genannten Art, bei dem gemäß der Erfindung die zu verbindenden Teile zuerst durch Formschluß oder inneren Kraftschluß in der richtigen Endlage miteinander fixiert und die Fügeflächen dabei in Kontakt gebracht und anschließend mit Strahlungsenergie beaufschlagt werden.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des Verfahrens nach der Erfindung sind anhand in der Zeichnung schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele nachfolgend beschrieben.

Es zeigen

Fig. 1 eine formschlüssige Fixierung der zu verbindenden Fügeile und Beaufschlagung mit Strahlungsenergie

Fig. 2 das Verbinden stumpf aufeinander stoßender Fügeflächen mittels Strahlungsenergie.

Das Verbinden von Formteilen aus Thermoplasten durch Schweißen mit energiereicher Strahlung ist einfach auszuführen, wenn ein Fügeile 1 aus Strahlung gut absorbierendem und das zweite 2 aus Strahlung zumindest teilweise durchlässigem aber mit dem ersten Teil gut verschweißbarem Material besteht.

Durch die energiereiche Strahlung 3, beispielsweise Laserstrahlen, die durch das durchlässige bzw. teildurchlässige Fügeile auf die Fügefläche 4 des absorbierenden Fügeile 1 dringt, wird letztere aufgeschmolzen und erwärmt auch die Fügefläche des nicht absorbieren-

den Teils 2, da die Schmelze — bedingt durch die Ausdehnung auf ein größeres Volumen — auch in der Lage ist, kleinere Spalte zu überbrücken. So wird bei Erzeugung eines ausreichenden Schmelzevolumens ein Schweißdruck von innen aufgebaut. Bei Abkühlung der Teile baut sich dieser Druck wieder ab.

Beim Schweißen mit energiereichen Strahlen wird im Gegensatz zu anderen Schweißverfahren, wie Vibration oder Ultraschall, nur ein kleiner Bereich der Fügezone aufgeschmolzen (Fig. 2), die restliche Fügezone wirkt dabei als Abstandhalter, die die von außen aufgetragene Schweißkraft abfängt. Es ist daher wichtig, daß keine Schmelze durch Austrieb verloren geht, damit beim Abkühlen keine Vakuolen oder Eigenspannungen durch Schrumpfung entstehen.

Ferner ist die Vermeidung von Schmelzeaustrieb hinsichtlich des Aussehens und der Funktion der Formteile von großem Vorteil und erspart eine sonst notwendige Nacharbeit. Konstruktive Maßnahmen, wie sie zum Verdecken des Austriebs erforderlich sind, können somit entfallen. Beispielsweise wird bei stumpf aufeinanderstoßenden Fügeflächen nach allen Seiten ein von der Energiestrahlung nicht beaufschlagter Randbereich 5 (Fig. 2) eingehalten.

Das gegenseitige Fixieren der Fügeile 1 und 2 erfolgt erfindungsgemäß durch Formschluß, z. B. durch Einrastverbindungen oder Gewinde oder inneren Kraftschluß, wie Verschraubungen oder Magnete. Diese Fixierung braucht nur so dimensioniert werden, daß der örtlich entstehende Schweißdruck, der sich mit der Strahlführung entlang der Nahtkontur bewegt, aufgenommen wird. Die Teile können dann, beispielsweise von einem Roboter, so geführt werden, daß die Schweißnahtkontur vom energiereichen Strahl immer frei erreichbar ist. Eine von außen aufzubringende Fixierung würde beide Fügeile erfassen und daher die Strahlführung erheblich behindern und die Teile mechanisch belasten. Die Relativgeschwindigkeit zwischen Schweißstrahl und der zu schweißenden Naht, die Vorschubgeschwindigkeit also, hängt vom Material und dessen Wandstärke sowie von der Nahtbreite und der Strahlleistung ab und liegt gewöhnlich zwischen 0,5 und 10 m/min.

Für das Schweißen mit energiereichen Strahlen sind fast alle Thermoplaste geeignet. Die Durchlässigkeit bzw. Absorption der Strahlung ist sowohl vom Thermoplasttyp und den Zusätzen, wie Füllstoffe und Pigmente als auch von der Wellenlänge und Energiedichte der eingesetzten Strahlen abhängig. Zum Verbinden von nichtthermoplastischen Fügeile können diese mit thermoplastischen Beschichtungen an den Fügeflächen versehen werden.

Für das erfindungsgemäße Schweißverfahren und die dafür bevorzugt eingesetzten Strahlen eines Nd:YAG — Lasers sind als durchlässige oder teildurchlässige Thermoplaste insbesondere geeignet:

Polyolefine, Polyamide, Polyformaldehyd, PMMA, PBT, PET. Weiterhin sind auch Styrolpolymere und -copolymere, Polysulfone u. a. geeignet.

Die erforderliche Strahlenabsorption von Thermoplasten ist durch verschiedene Zusätze auf die gewünschte Strahleindringtiefe einstellbar. Dabei haben sich die verschiedensten Farbmittel, insbesondere aber Ruß oder Nigrosin in einer Konzentration von 0,01 bis 0,10% bewährt.

Andere Zusätze, beispielsweise Glasfasern, Glaskugeln und andere Füllstoffe, erhöhen zwar die Streuung der Strahlung in den Teilen und verkleinern damit die

Eindringtiefe, verhindern aber nicht vollständig die Durchdringung, so daß auch derartige Materialien für zu durchstrahlende Teile bedingt geeignet sind. Auch diese gefüllten Thermoplaste sind durch spezielle Zusätze so einstellbar, daß sie die energiereiche Strahlung in der Oberfläche absorbieren.

Als energiereiche Strahlung werden Laserstrahlen beispielsweise einer Wellenlänge zwischen 0,50 und 10,90  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise zwischen 0,70 und 3  $\mu\text{m}$  eingesetzt. Die Erzeugung der Strahlung und deren Eigenschaften sind in der einschlägigen Literatur beschrieben. Dabei sind alle Laserquellen einzusetzen, die Thermoplaste erwärmen können, insbesondere Laser, die im Infrarotbereich emittieren. Bevorzugt wird für das Schweißen von Thermoplasten der Nd:YAG - Laser eingesetzt, für viele Anwendungen ist aber auch der CO<sub>2</sub>-Laser geeignet.

Bei einer Kombination von Fügeteilen aus nicht absorbierendem und absorbierendem Material wird die Fügefläche des absorbierenden Unterteils durch das Oberteil hindurch bestrahlt und durch die Absorption in der Oberfläche aufgeheizt und aufgeschmolzen. Dabei ist es von Vorteil, wenn der Einfallswinkel  $\alpha$  möglichst klein ist, um Verluste durch Reflexion gering zu halten.

Beim Verschweißen von Fügeteilen aus stark absorbierenden Materialien und bei Stumpfschweißnähten ist auch eine Bestrahlung in der Schweißebene möglich. Die Nahtbreite entspricht dann der Eindringtiefe des Strahles.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Schweißverbinden von Kunststoffteilen mit Hilfe von Strahlungsenergie, dadurch gekennzeichnet, daß die zu verbindenden Teile zuerst durch Formschluß oder inneren Kraftschluß in der richtigen Endlage miteinander fixiert und die Fügeflächen dabei in Kontakt gebracht und anschließend so lange mit Strahlungsenergie beaufschlagt werden, bis in der vorgesehenen Schweißzone die Kunststoffteile aufgeschmolzen sind, sich dabei verbinden, und die auf diese Weise verbundenen Kunststoffmaterialien durch Abkühlen verfestigt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei stumpf aufeinander stoßenden Fügeflächen nach allen Seiten ein von der Energiestrahlung nicht beaufschlagter Randbereich eingehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Energiestrahlung Laserstrahlen einer Wellenlänge zwischen 0,50 und 10,90  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise zwischen 0,70 und 10,64  $\mu\text{m}$  eingesetzt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zum Schweißverbinden von nichtthermoplastischen Kunststoffteilen diese an den Fügeflächen mit thermoplastischem Kunststoffmaterial beschichtet werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

FIG.1

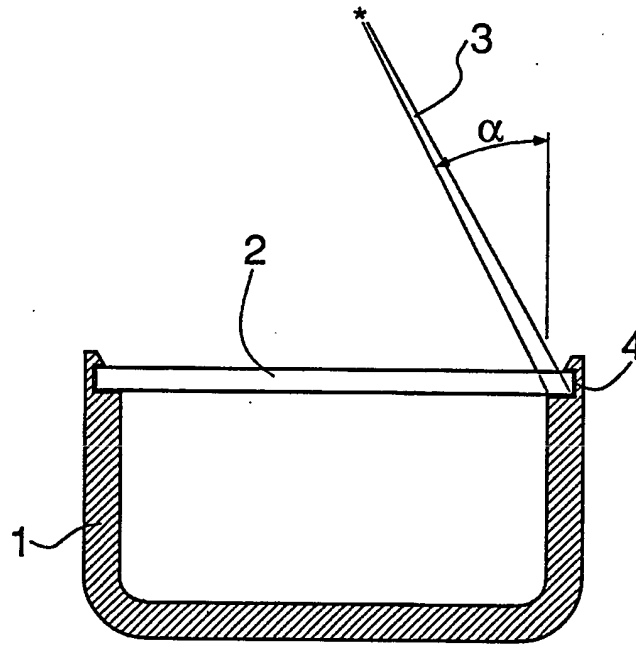


FIG.2

